



拓殖大学  
Takushoku University

# 文京区学生と創る アグリイノベーション事業 成果報告

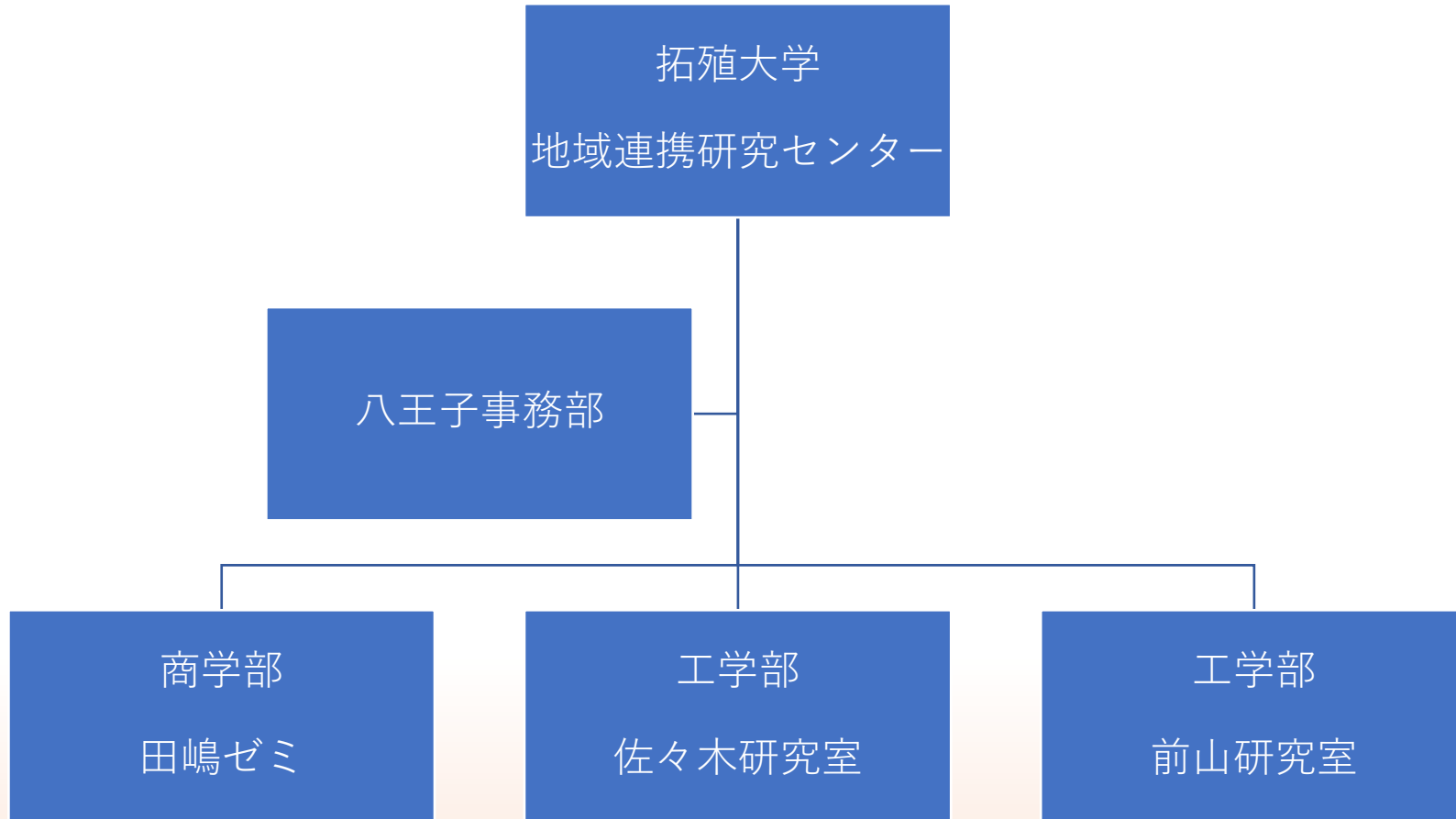
2023年2月14日

拓殖大学地域連携センター

# 目次

1. 連携事業実施体制
2. 拓殖大学 調査テーマ
3. 栽培におけるIoT技術による生産支援
4. 選別における自動選別装置の開発
5. 消費拡大・生産振興を目的とした煮豆の新しいパッケージ提案

# 連携事業実施体制



# 拓殖大学 調査テーマ

『雁喰豆（黒平豆）の生産から販売まで一連の  
工程における課題解決に向けた取組の推進』

## ○生産工程の課題解決

工学部 前山研究室：栽培におけるIoT技術による生産支援  
佐々木研究室：選別における自動選別装置の開発

## ○販売工程課題解決

商学部 田嶋ゼミ：消費拡大・生産振興を目的とした煮豆の  
新しいパッケージ提案



# 工学部 前山研究室

---

発表者：渋谷 龍之介  
メンバー：張 乃昭 鐘 銳意



拓殖大学  
Takushoku University

# 栽培におけるIoT技術による 生産支援

# 雁喰豆について

東北地方で栽培され表面のくぼみが鳥の雁(カモ科の鳥類)がくちばし  
でついでつむような形である事が名前の由来とされている。

生産量は非常に少ない。天候などの原因で栽培できずに全滅する事も





拓殖大学  
Takushoku University

# 雁喰豆の試験栽培



枝豆



雁喰豆

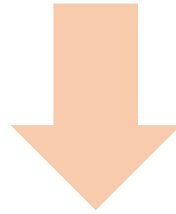
同じ豆同士だが枝豆に比べて雁喰豆は育つことが出来なかった理由としては、豆が地域に則した形で変化することから雁喰豆は玉山地域に適した品種であると思われる。





拓殖大学  
Takushoku University

雁喰豆が玉山地域で栽培が繰り返されるうちに玉山地域に  
則した品種となり八王子では上手く育てない結果となった



玉山地域と八王子では何が違うのかを明らかにするため、玉山  
地域で環境データを収集し栽培に活かすことで生産支援を行う

# 2022年度の取り組み

- 2021年度の調査結果と雁喰豆の試験栽培の結果からIoTシステムを設計、開発
- 各機能を分担して詳細設計とプロトタイピング

# 2021年度の調査結果 雁喰豆の生産支援に必要なこと

雁喰豆は育成初期の湿害と開花期の乾燥に弱い

→畑の水分量を監視するために土壌水分センサを使用する

雁喰豆の発芽適温は25°C~30°Cである

→温度センサを使い土壌の温度の監視を行う

雁喰豆が生産される土壌では、日当たりが良い土壌が必要とされる

→雁喰豆がしっかり生育するために照度センサを使用し、日照量の監視を行う

植物は適度に風を受ける事によりホルモンを分泌させる作用がある

→適度に風を当てる事を目的として風速センサを使用し、風速の監視をする必要がある

# IoTシステムの開発方針

システムを開発する上で以下の要件を満たす必要がある



掛かる費用：既存のシステムよりコストが安いこと

使用法：農家の方へ向けたシステムのため使い方は簡単、農家にトラブルをかけないこと

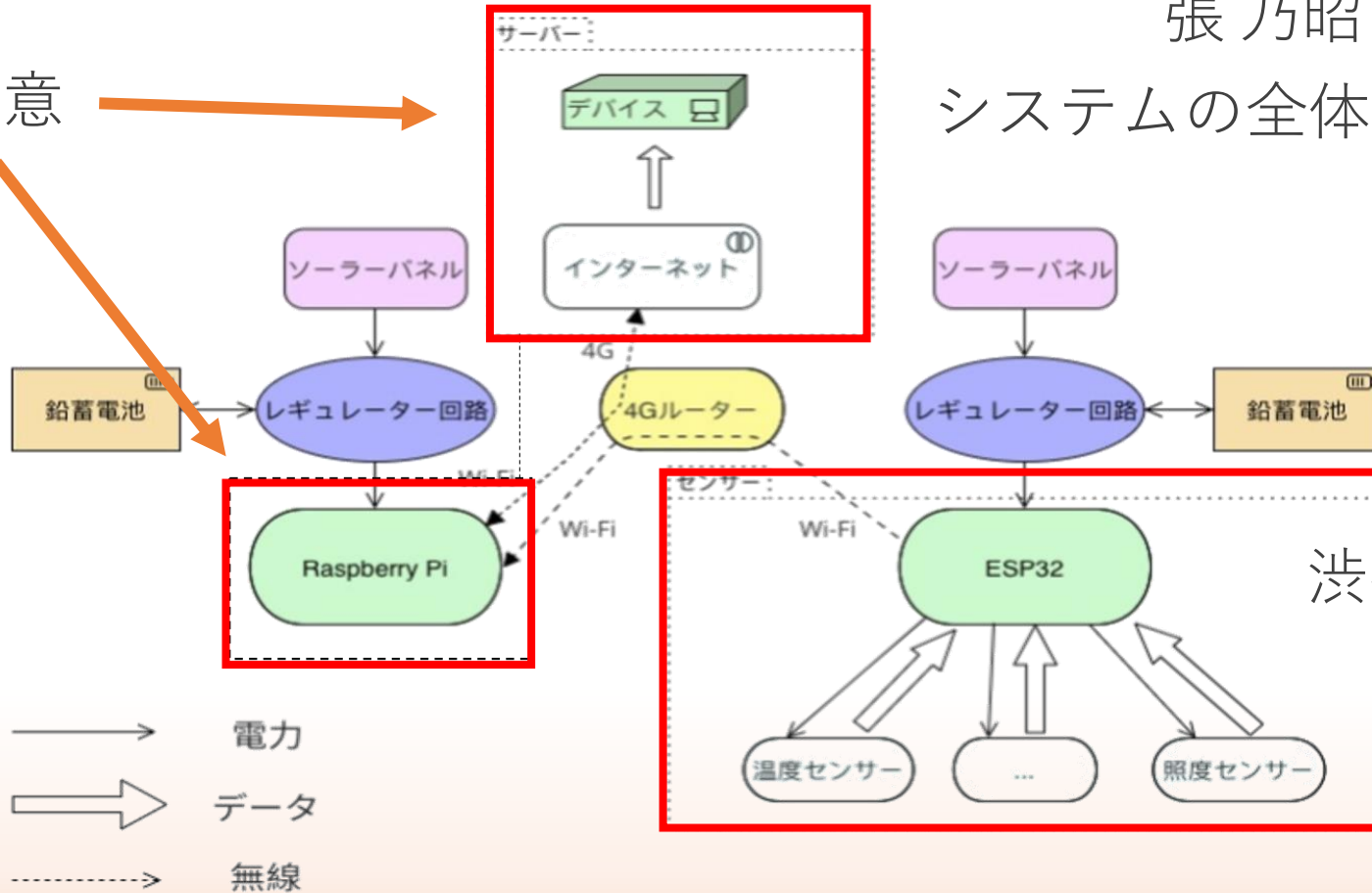
信頼性：壊れにくいこと

# システム構成と担当者

張 乃昭

システムの全体設計と電源

鐘 鋭意



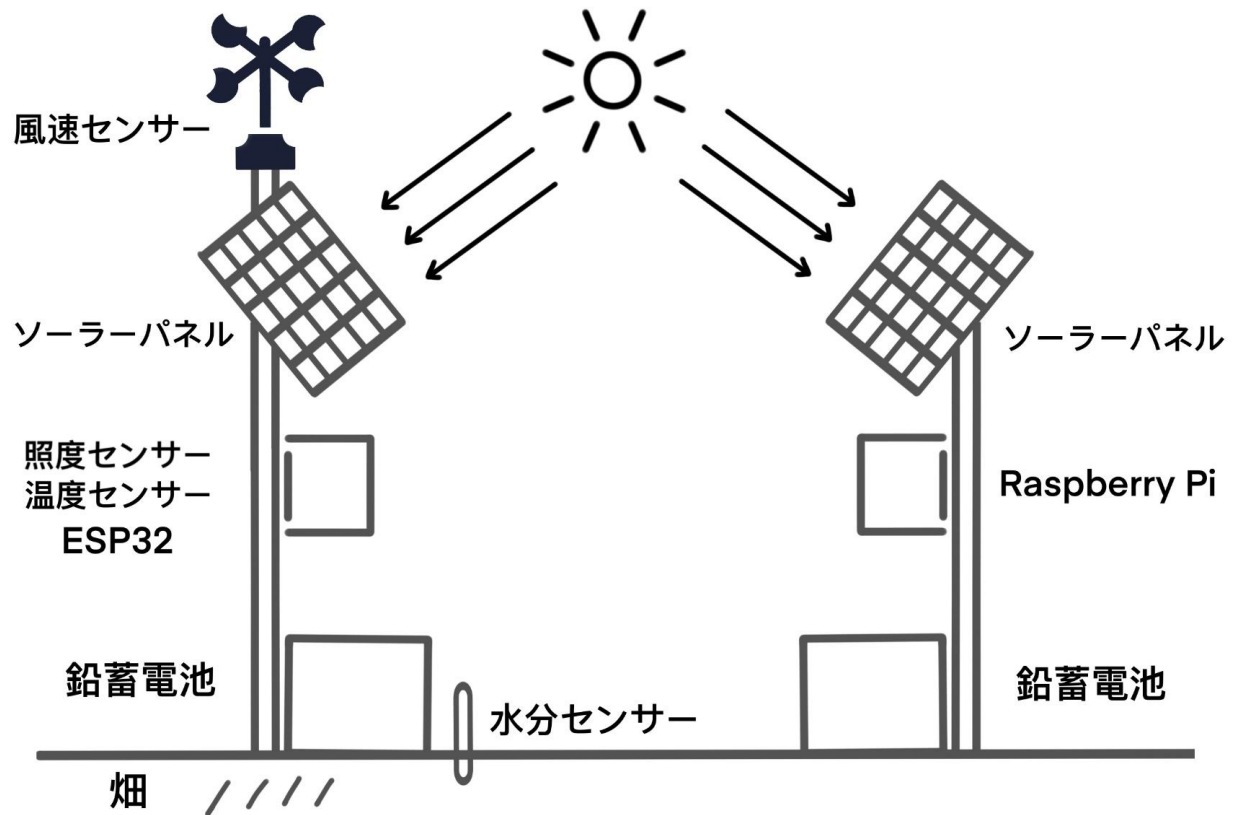
渋谷 龍之介

# 農業IoTシステムのイメージ

農場の環境情報を収集し  
スマートフォンから  
情報にアクセスできる

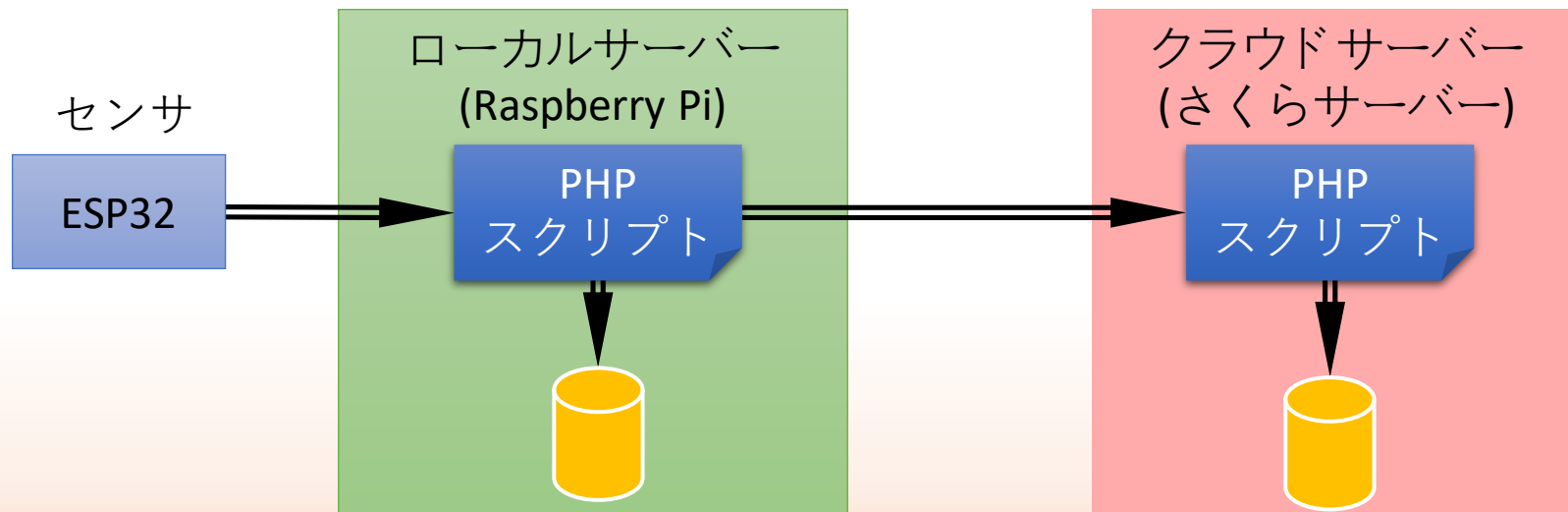
ソーラーパネルで  
電源を構成し  
商用電源を不要とする

様々なセンサを用いて  
情報を収集する



# 農場の環境情報を収集し スマートフォンから情報 にアクセスできる

センサから収集した環境データをローカルサーバーで記録しクラウドサーバーでデータを公開。PCやスマートフォンでデータを確認できる






拓殖大学  
Takushoku University

# 専用のホームページ

照度センサ

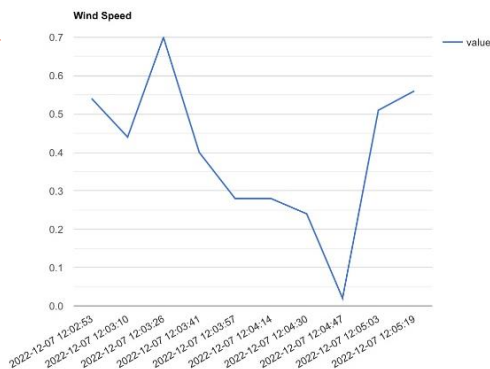
雁喰豆  
生産日記



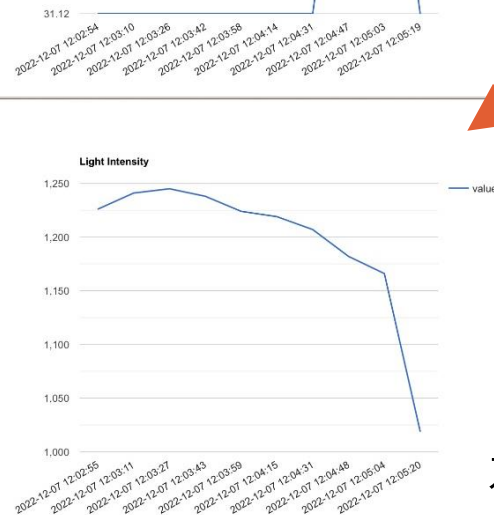
拓殖大学  
Takushoku University

前山研究室公式サイト

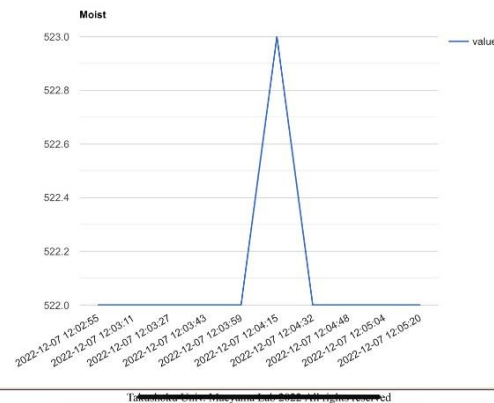
風速センサ



温度センサ

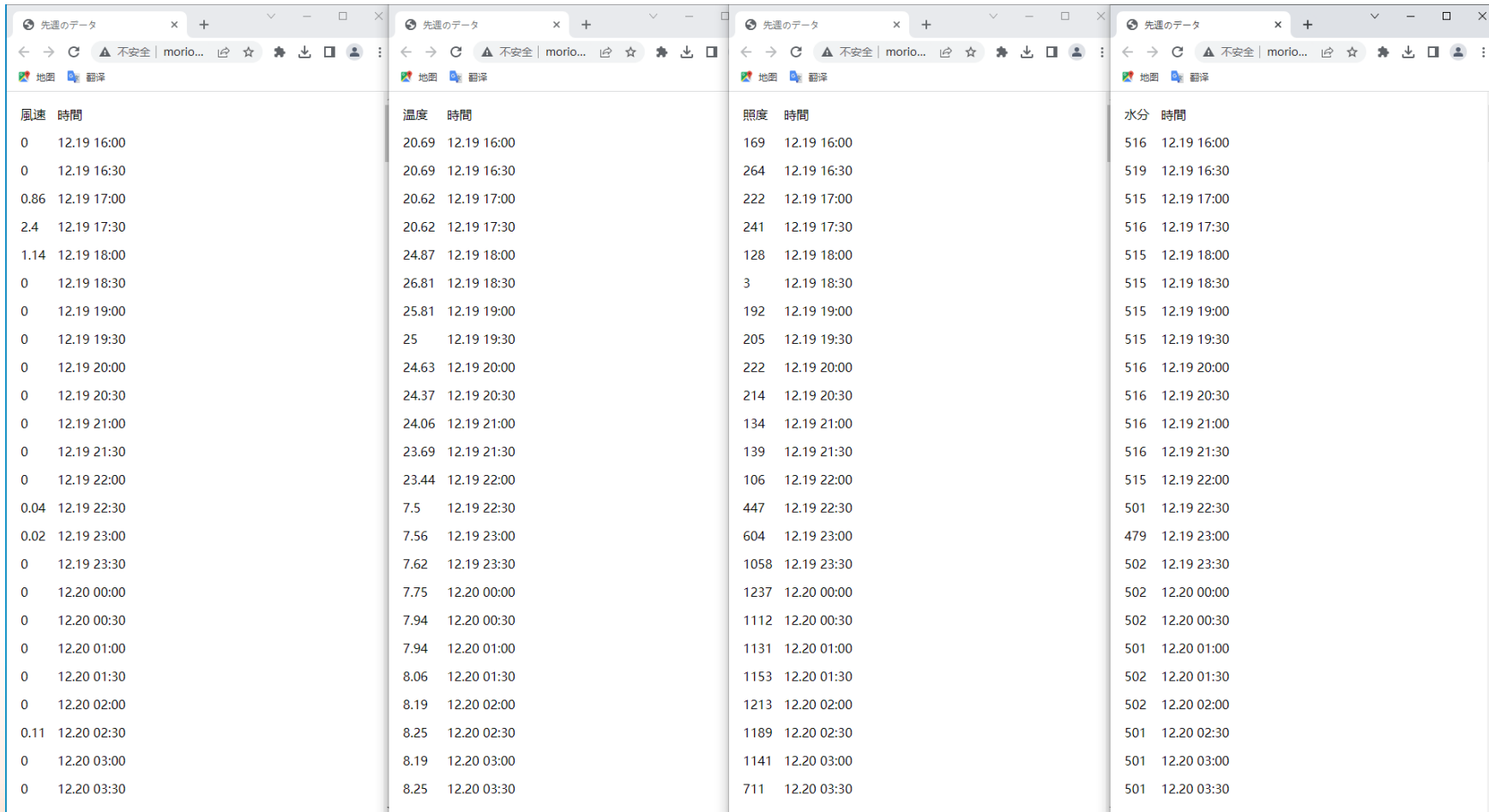


水分センサ





# 農場で得たデータを保管と整理を目的とするため 過去1週間のデータを確認できる



風速	時間	温度	時間	照度	時間	水分	時間
0	12.19 16:00	20.69	12.19 16:00	169	12.19 16:00	516	12.19 16:00
0	12.19 16:30	20.69	12.19 16:30	264	12.19 16:30	519	12.19 16:30
0.86	12.19 17:00	20.62	12.19 17:00	222	12.19 17:00	515	12.19 17:00
2.4	12.19 17:30	20.62	12.19 17:30	241	12.19 17:30	516	12.19 17:30
1.14	12.19 18:00	24.87	12.19 18:00	128	12.19 18:00	515	12.19 18:00
0	12.19 18:30	26.81	12.19 18:30	3	12.19 18:30	515	12.19 18:30
0	12.19 19:00	25.81	12.19 19:00	192	12.19 19:00	515	12.19 19:00
0	12.19 19:30	25	12.19 19:30	205	12.19 19:30	515	12.19 19:30
0	12.19 20:00	24.63	12.19 20:00	222	12.19 20:00	516	12.19 20:00
0	12.19 20:30	24.37	12.19 20:30	214	12.19 20:30	516	12.19 20:30
0	12.19 21:00	24.06	12.19 21:00	134	12.19 21:00	516	12.19 21:00
0	12.19 21:30	23.69	12.19 21:30	139	12.19 21:30	516	12.19 21:30
0	12.19 22:00	23.44	12.19 22:00	106	12.19 22:00	515	12.19 22:00
0.04	12.19 22:30	7.5	12.19 22:30	447	12.19 22:30	501	12.19 22:30
0.02	12.19 23:00	7.56	12.19 23:00	604	12.19 23:00	479	12.19 23:00
0	12.19 23:30	7.62	12.19 23:30	1058	12.19 23:30	502	12.19 23:30
0	12.20 00:00	7.75	12.20 00:00	1237	12.20 00:00	502	12.20 00:00
0	12.20 00:30	7.94	12.20 00:30	1112	12.20 00:30	502	12.20 00:30
0	12.20 01:00	7.94	12.20 01:00	1131	12.20 01:00	501	12.20 01:00
0	12.20 01:30	8.06	12.20 01:30	1153	12.20 01:30	502	12.20 01:30
0	12.20 02:00	8.19	12.20 02:00	1213	12.20 02:00	502	12.20 02:00
0.11	12.20 02:30	8.25	12.20 02:30	1189	12.20 02:30	501	12.20 02:30
0	12.20 03:00	8.19	12.20 03:00	1141	12.20 03:00	501	12.20 03:00
0	12.20 03:30	8.25	12.20 03:30	711	12.20 03:30	501	12.20 03:30

# ソーラーパネルで電源を構成し商用電源を不要とする

農場は電線などで電力を供給できないため、電力供給源はソーラーパネルを使用する

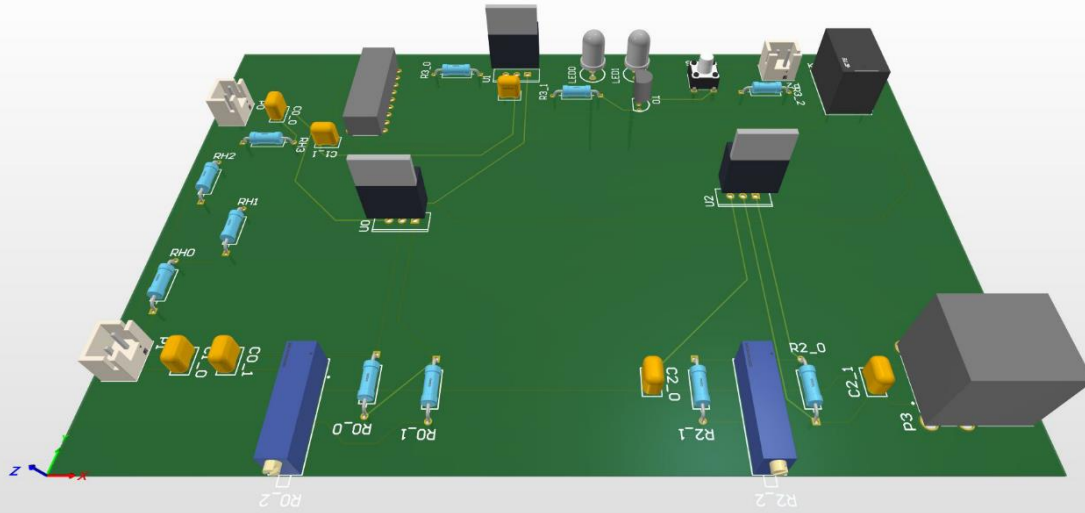
曇りや雨の日など状況に対応するために、バックアップ電源として鉛蓄電池を利用する

各部品の動作電圧が異なるため、電圧レギュレータ回路を設計

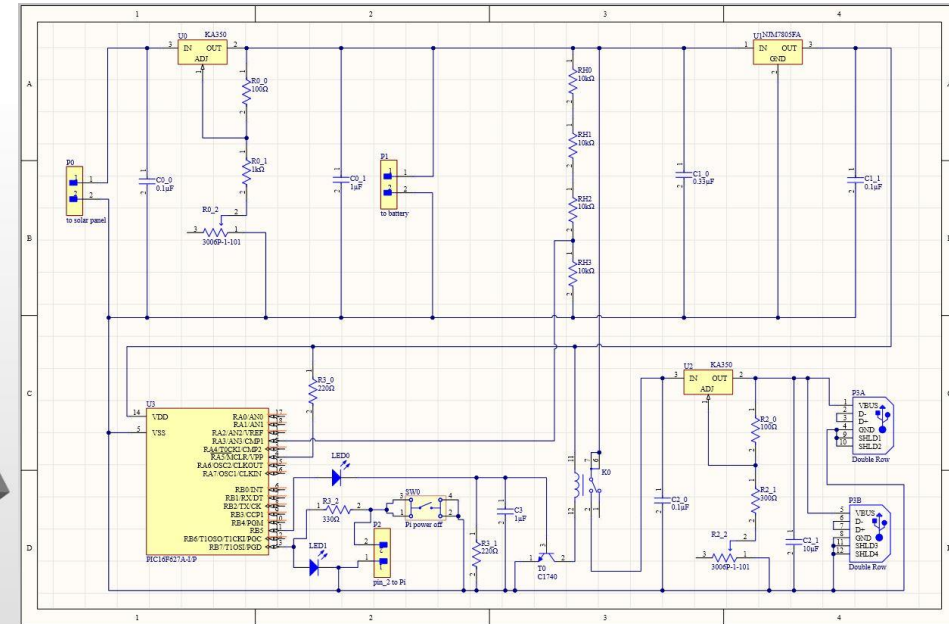


拓殖大学  
Takushoku University

# ソーラーパネルとバッテリーを組み合わせた電源システムを開発



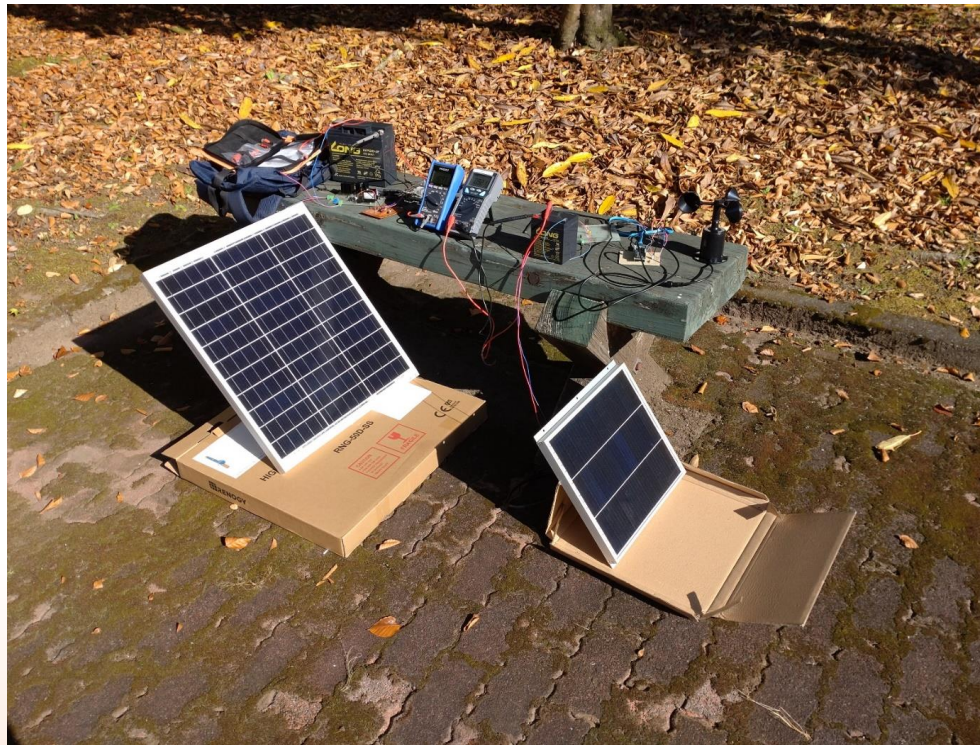
部品実装CAD



回路図

# 電源システムの評価

ソーラーパネルの発電量が低下すると自動的にバッテリーに電源が切り替わることを確認



# 様々なセンサを用いて情報を収集する

## 土壌水分センサ

先端に「プローブ」と呼ばれる電極より、土壌中の抵抗値を測定することで水分量がわかる。



## 温度センサ

屋外で使用される事から錆を防ぐために及び防水、湿気防止のステンレス銅の管で出来た物を使用した。





拓殖大学  
Takushoku University

## 照度センサ

センサに内蔵された可視光及び赤外光と赤外光に感度を持つ2種類のフォトダイオードにより人間の目の応答に近い照度測定を実現する。

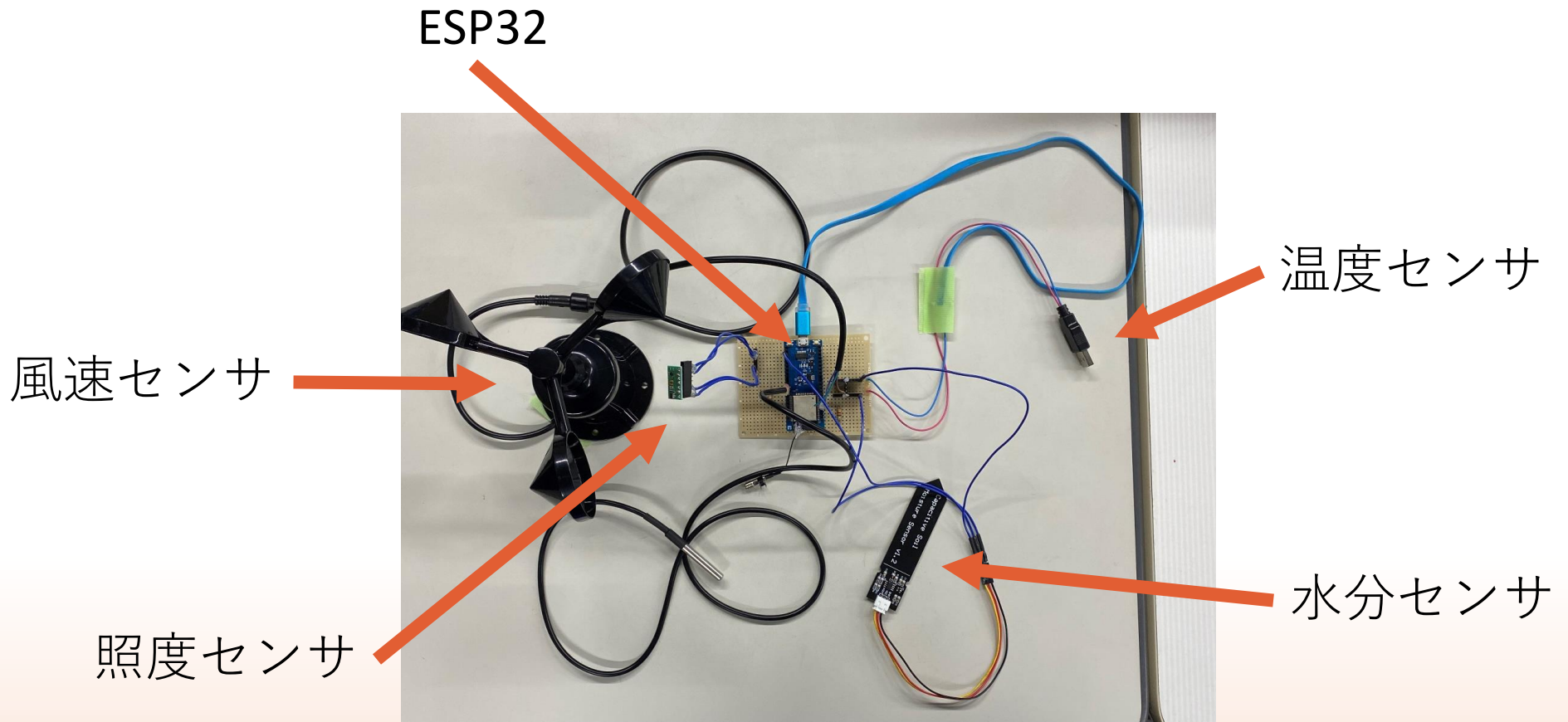


## 風速センサ

カップ式のため風速が測定しやすい。  
また、外部で使用するため高い耐久性や耐食性に長けている。本体も軽量のため持ち運びがしやすい。



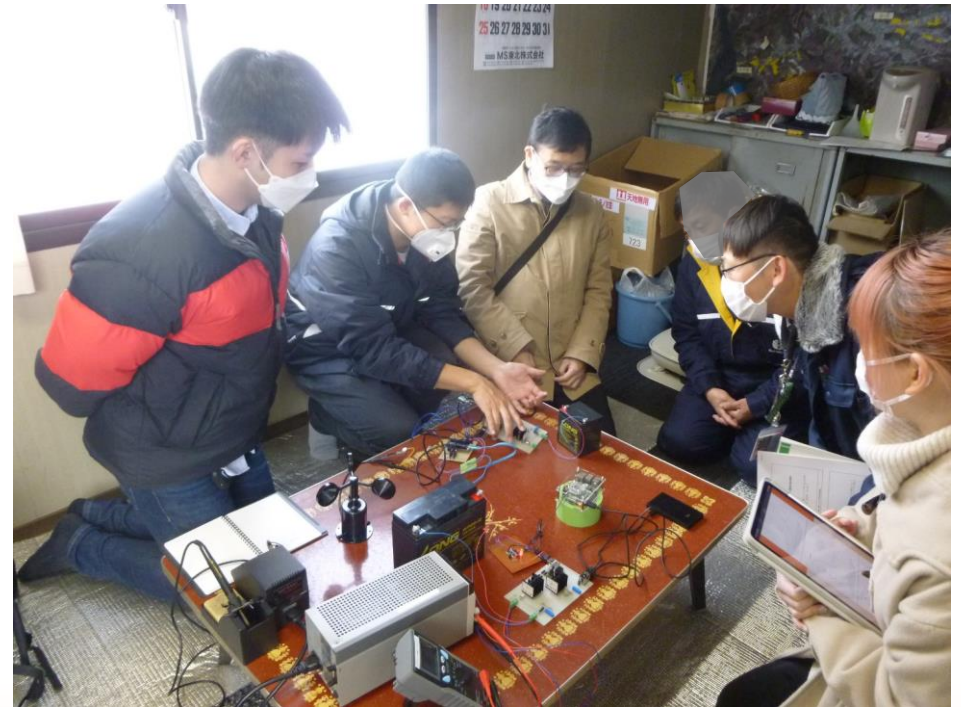
# WiFi機能を搭載したマイコンでセンサ情報を収集しサーバーへ伝送



# 2022年12月にデモを実施

- 複数の畑で栽培している
- 商用電源は無い
- IoTシステムの設置は可能
- 保守性
- 観測項目の追加  
(湿度、気圧、CO2)

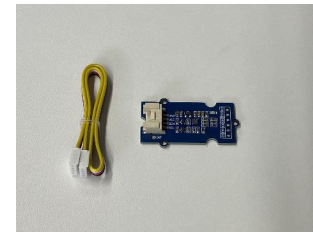
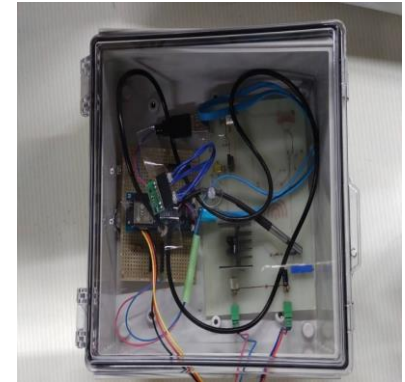
多くのご意見を頂きました  
有難うございました





# 今後の課題

- 後輩達への引き継ぎ
- システムの設営方法の検討
- 防水ケースの準備
- 冬季の対策（雪対策）
- 回路の見直し
- サーバーの見直し
- 新しいセンサの追加



DPS310



SCD41





拓殖大学  
Takushoku University

# 工学部 佐々木研究室

発表者：加藤 舜太



拓殖大学  
Takushoku University

# 雁喰豆用 自動選別装置の開発



拓殖大学  
Takushoku University

# 選別装置作成の経緯と背景

雁喰豆の選別作業は

⇒手作業で行われており大変

機械化したいけれど

- 平たく転がりにくい豆の形状で汎用の機械が利用できない
- 特注になるので導入には多額の費用がかかる

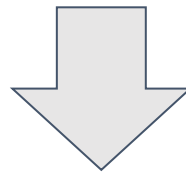


拓殖大学  
Takushoku University

# 選別装置作成の経緯と背景

手間がかかる作業で負担が多い

⇒ 栽培農家の減少の1つ



**雁喰豆用自動選別装置の開発**



拓殖大学  
Takushoku University

# 作成した装置について

選別の自動化を実現するため

ArduinoとTeachable Machineを繋げた装置を作成

Arduino：AVRマイコン，入出力ポートを備えた基板

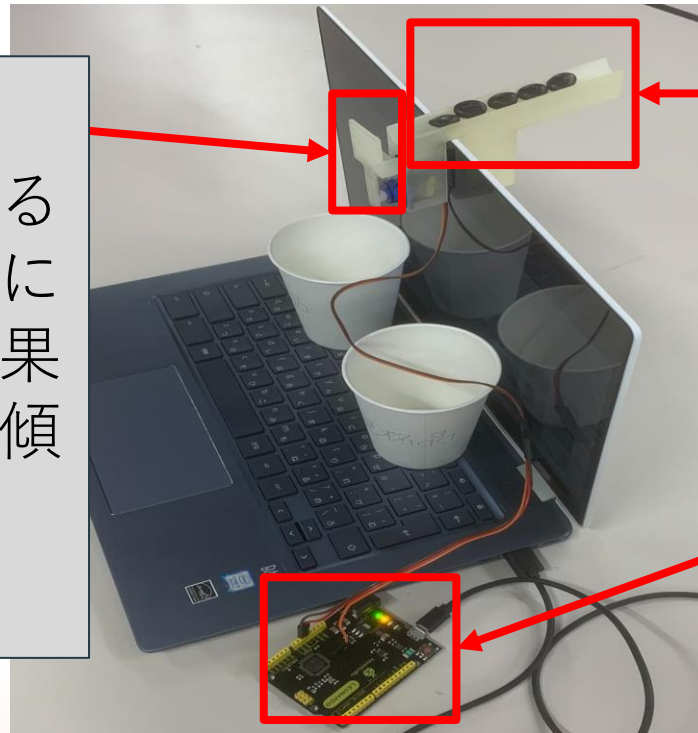
Teachable Machine：機械学習モデルを作成できる  
ウェブベースのツール



拓殖大学  
Takushoku University

# 作成した装置の外観

サーボを振動させることで雁喰豆を前に移動させ、判定結果によってサーボを傾け選別を行う



ここに雁喰豆を並べる

Arduino



拓殖大学  
Takushoku University

# AIに学習させたデータ

- 規格品の学習データ
- 規格外品の学習データ
- 選別を行っていない状態のデータ

## 規格外品の選別基準

欠けているもの	虫食いのもの	表皮剥けをしているもの	傷んでいるもの	形が悪いもの	<u>ここの長さ</u> が7.5mm未満のもの
---------	--------	-------------	---------	--------	--------------------------







# サーボの速度設定

振動させる速度について

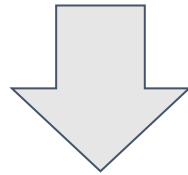
- 10cmのスロープを1分以内に豆が流れる振動速度
  - 速度を上げれば早く処理ができる
  - 速度を上げすぎると選別に失敗する
- 振動によるカメラのブレをどこまで許容するかが問題
  - 今回はブレが最も低い数値を採用する
  - スロープの素材等も検討が必要



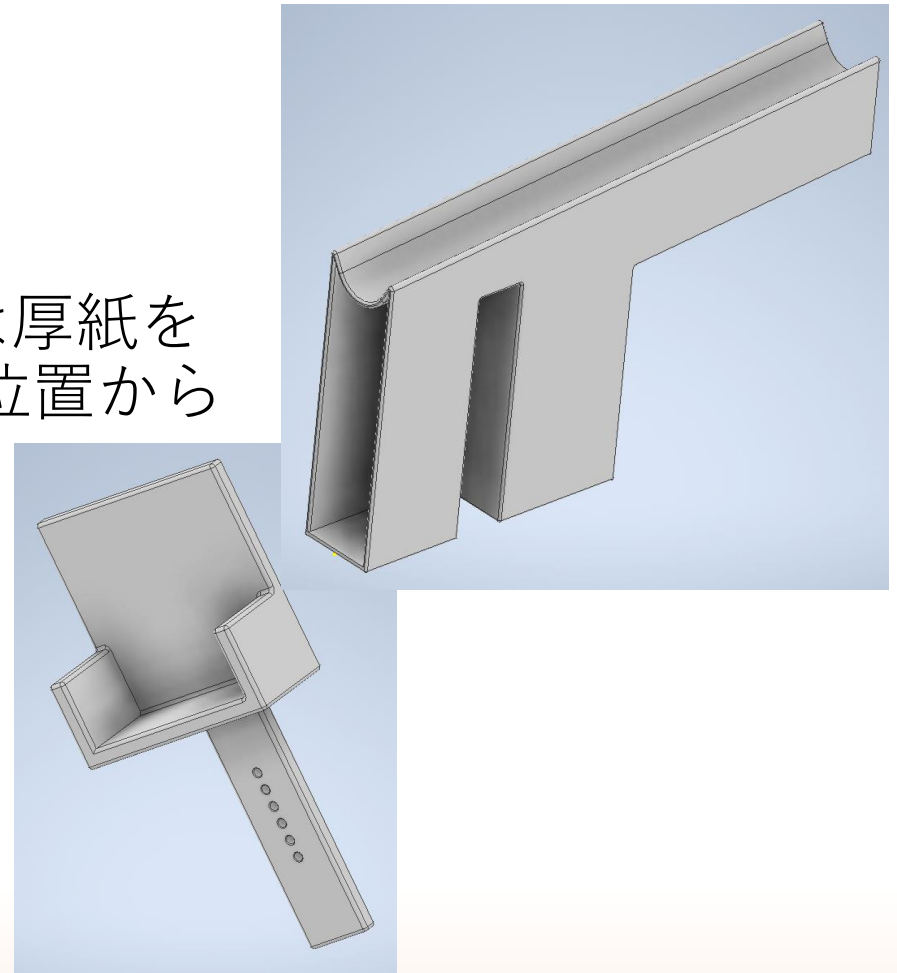
拓殖大学  
Takushoku University

## 外形の作成

装置の受け皿やスロープの部分は厚紙を用いていたため、PCのカメラの位置からずれてしまう



3次元デジタルモデルを作成し、  
3Dプリンターを用いて、  
アクリル素材に変更





# 選別結果

作成した装置がどのくらいの精度で選別を行えるかを規格品と規格外品それぞれ100粒で選別の試験を行った

選別対象	規格品に選別された数	規格外品に選別された数
規格品	35粒	65粒
規格外品	4粒	96粒

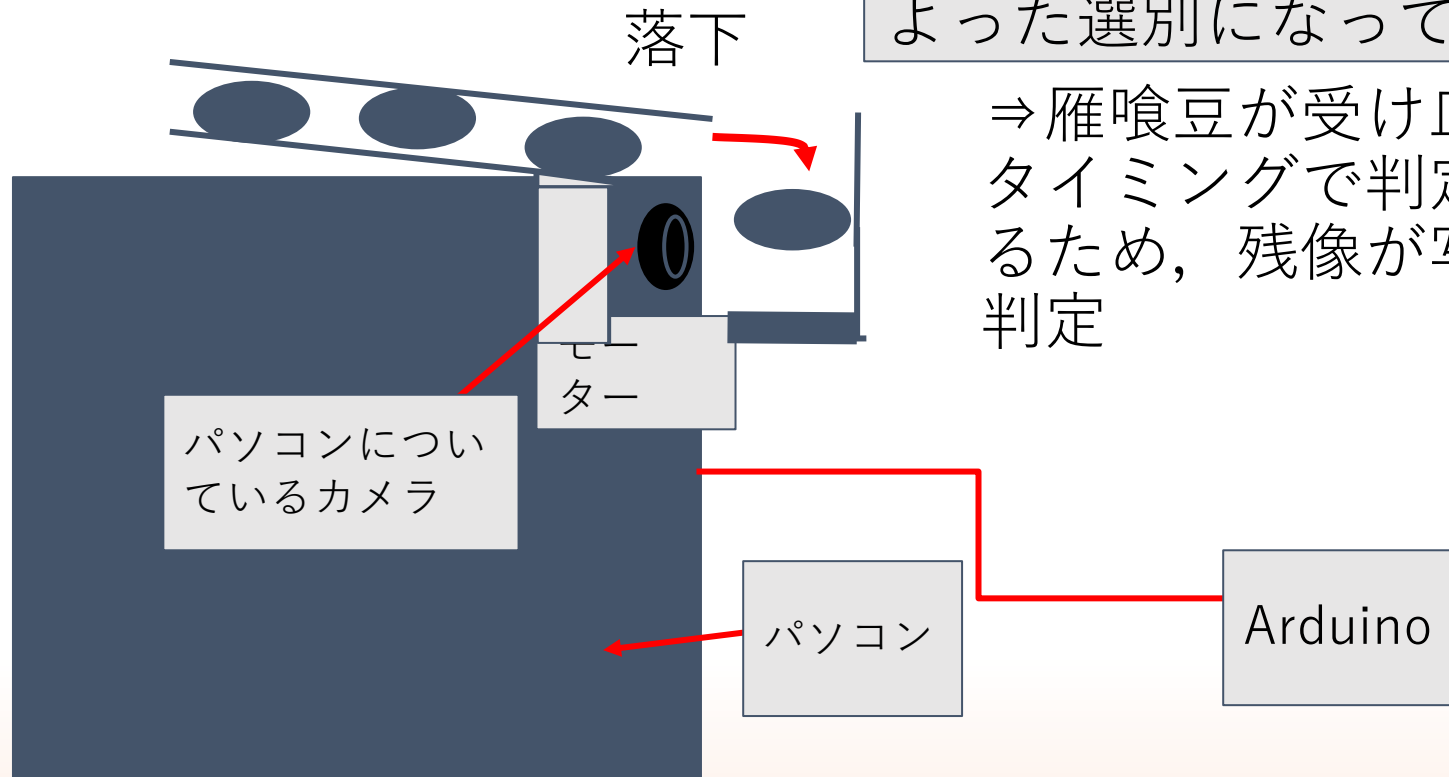


拓殖大学  
Takushoku University

# 考察

結果から全体的に規格外品によった選別になってしまっている

⇒ 雁喰豆が受け皿に落下するタイミングで判定を行っているため、残像が写り、異形と判定





拓殖大学  
Takushoku University

# 選別速度

- 豆1個あたり約6.6秒
- 24時間稼働で13,091粒選別

10台あれば10袋（約150,000粒）を1日で自動選別可能



拓殖大学  
Takushoku University

## 費用比較

雁喰豆を選別できる機械は 1000 万円以上（設備費込）



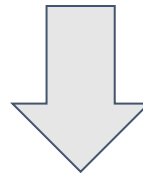
作成した装置はArduinoとサーボモータで1台約1,500円程度



拓殖大学  
Takushoku University

## 今後の課題

- ・ 選別精度の向上（規格外品の誤判定が多い）
- ・ PCを使わない判別機器として完成させる  
→複数台用いるため小型化が必須



Raspberry Pi



機材をArduinoから変更し，機械学習もここで行う



拓殖大学  
Takushoku University

## これまでとこれから

1年目：学習モデルを作成し，雁喰豆を高い精度で識別できるようにした

2年目：本研究で実際に選別する装置の作成を行った

しかし，まだ課題も多い

3年目：課題を解決し実際に選別に用いたい！





拓殖大学  
Takushoku University

## 商学部 田嶋ゼミ

発表者：吉田明雄

メンバー：會田美羽 清水俊輔 谷口ひかる 吉田明雄  
新川秀 大隈琴音 三枝夏希 杉野真仁利  
轡田歩 藏本惟斗 林華子 山岸乃愛



拓殖大学  
Takushoku University

# 消費拡大・生産振興を 目的とした 煮豆の新しいパッケージ提案

# 目的

新パッケージにより新規顧客の拡大に寄与する  
さらに、盛岡市玉山地区の目玉商品とする

# 2022年度活動報告 ～意見交換会～

10月13日 拓殖大学八王子国際キャンパスにて、工学部研究室との意見交換・雁喰豆栽培状況の視察



11月 8日 Zoomにて盛岡市玉山総合事務所・産業振興課の皆様、新いわて農業協同組合・東部営農経済センター様への進捗状況の報告・意見交換

# 2022年度活動報告

## ～盛岡訪問～

12月14日

- ・ 新岩手農業協同組合・東部営農経済センターにて進捗状況の報告・意見交換



12月15日

- ・ 雁喰豆を使ったお菓子を製造・販売する菓子店2店に、雁喰豆の特長についてインタビュー



# 2022年度活動報告まとめ①

## 雁喰豆の強み

- かつては「丹波の黒豆」に比肩する存在。
- 煮た時にしわになりにくい（フォルムが美しい）。
- 品種改良されていない在来種であるため豆本来の味がする。
- 煮豆のたれは、継ぎ足しで作られている伝統の味。

## 基本方針

- 「黒平豆」ではなく、「雁喰豆」としての認知度向上。
- 現行商品との棲み分け・共食いの回避。
- ファミリマートで販売を行う。将来的には販路の拡大（駅のお土産ショップのレジ横など）を想定。
- コストをかけることが出来ない。現行のものと同様に真空パックにシールを貼る形でパッケージの変更を行う。
- ファミリーマートには直送であるため、POP掲示の協力要請は可能。

# 2022年度活動報告まとめ②

## 雁喰豆の課題

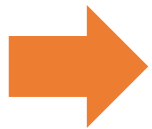
- ①年末年始に需要が集中  
☞ **需要の平準化、新規需要創出の必要性**
- ②パッケージからは用途がわかりづらい  
☞ **用途提案の必要性**
- ③生産段階・加工段階でのコスト削減の余地は限られている  
☞ **高付加価値化の必要性**
- ④雁喰豆という名前を知っている人は盛岡でも少ない  
☞ **名前を印象付ける工夫の必要性**



現行のパッケージ

# 提案

- 課題：①年末年始に需要が集中  
②パッケージからは用途がわかりづらい



POP広告、QRコードでアレンジレシピの提案

POP広告・・・トッピングに使用するなどの簡単なレシピを提案



**ヨーグルトのトッピングにがんくい豆!**

ヨーグルトの酸味とがんくい豆の甘味が合わさって美味しいですよ(^ ^)/

クロスマーチャンドアイジング  
→カテゴリーが違う関連性のある商品を組み合わせることで売場に陳列する事

レシピに使用されている商品とクロスマーチャンドアイジングすることによって、コンビニ側にもメリットを



# 提案

QRコード・・・本格的なアレンジレシピを提案

イメージサイトのような  
雁喰豆専用コーナーを、既存  
のJA新しいわてのサイト内で作  
成し、活用することを想定



右のイメージサ  
イトのQRコード

## 雁喰豆 アレンジレシピ



パッケージのQRコードから、アレンジレシピを掲載して  
いるサイトを閲覧してもらうことで新用途提案

# 提案

課題：③高付加価値化の必要性

④雁喰豆という名前を知っている人は盛岡でも少ない



- ・ POP広告で雁喰豆の伝統や歴史をアピール
- ・ 雁が黒豆を啜えているイラストをパッケージに採用

旧渡民村に飛来した渡り鳥が落とした一粒の種から芽吹き育ったという言い伝えがあり、表皮の皺模様は雁がクチバシで啜えた痕とも爪痕とも伝えられ、「雁喰豆」名称の由来です。



地元の消費者に雁喰豆の知識を身に  
つけてもらうことで、  
地元の誇りとなるような商品に

雁喰豆の名称の由来を画像情報で  
伝えることでより記憶に残りやすく

# パッケージ提案



現行のパッケージ



- ・フック穴を付けることで豊富な陳列方法に対応
- ・雁喰豆が盛岡名産であることを知ってもらうため「盛岡」「がんくい豆」を記載
- ・名前の由来である雁のイラスト
- ・QRコードでアレンジレシピを提案
- ・60グラムで198円



# 来年度の活動予定

3チームに分かれ、パッケージ案を検討

学生から農協様に複数のパッケージ案を提案

2023年度

農協様との相談の上、パッケージ案を決定

パッケージデザインの作成

新パッケージの  
マーケティング戦略・戦術の策定

新パッケージに関する消費者調査

新パッケージでの販売開始



拓殖大学  
Takushoku University

ご静聴ありがとうございました



SUSTAINABLE  
DEVELOPMENT  
GOALS



2030  
NEW ORANGE

拓殖大学は持続可能な開発目標 (SDGs) を支援しています。



拓殖大学  
Takushoku University

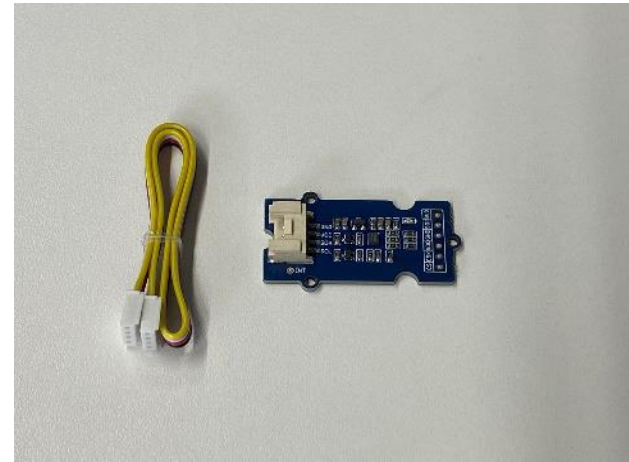
# 補足資料

要望のあった気温、湿度、CO2(二酸化炭素)と気圧を測定するセンサ



SCD41

気温、湿度、CO2の測定



DPS310

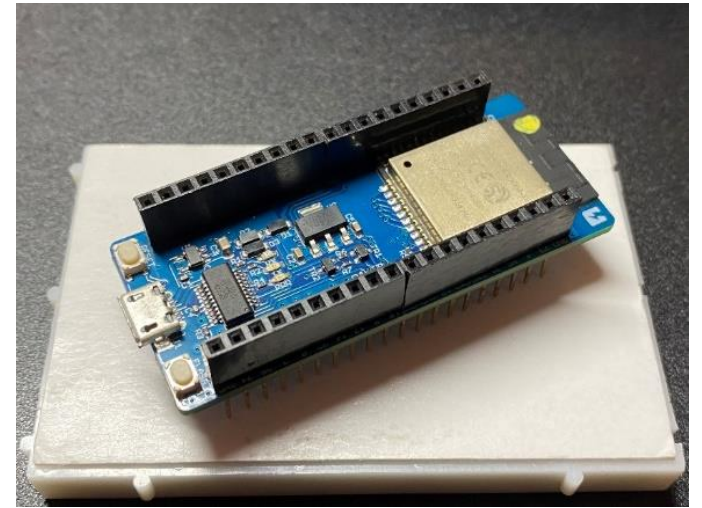
気圧の測定

# 補足資料

ESP32を使ってセンサの測定したデータを転送するシステム構築。

使用するESP32

- ESP Developer 32 [SSCI-032100]
- Wi-Fi通信やBluetooth(BLE)通信が可能な無線通信モジュール。
- Arduino IDEで環境構築が可能、Arduinoのプログラムも書き込める。





拓殖大学  
Takushoku University

# 補足資料

農家の方とのシステムに対するフィードバック

センサについては新たに気温、湿度、気圧、CO2などの環境情報が必要であると意見を頂いた。

雁喰豆の生産期間中には、センサなどで環境情報の測定を行わず、経験則に基づいて判断しているとの事。IoTシステムとしてはデータの確認ができる点については良いとの意見を頂けた。

農場でのシステムの設置方法や運用方法、故障時における修理がすぐに来ない場合における対応策にも意見を頂けた事によりシステムの改良から、これからの方向性を改めて確認する事が出来た。





拓殖大学  
Takushoku University

# 補足資料

## ソーラーパネルの傾斜角

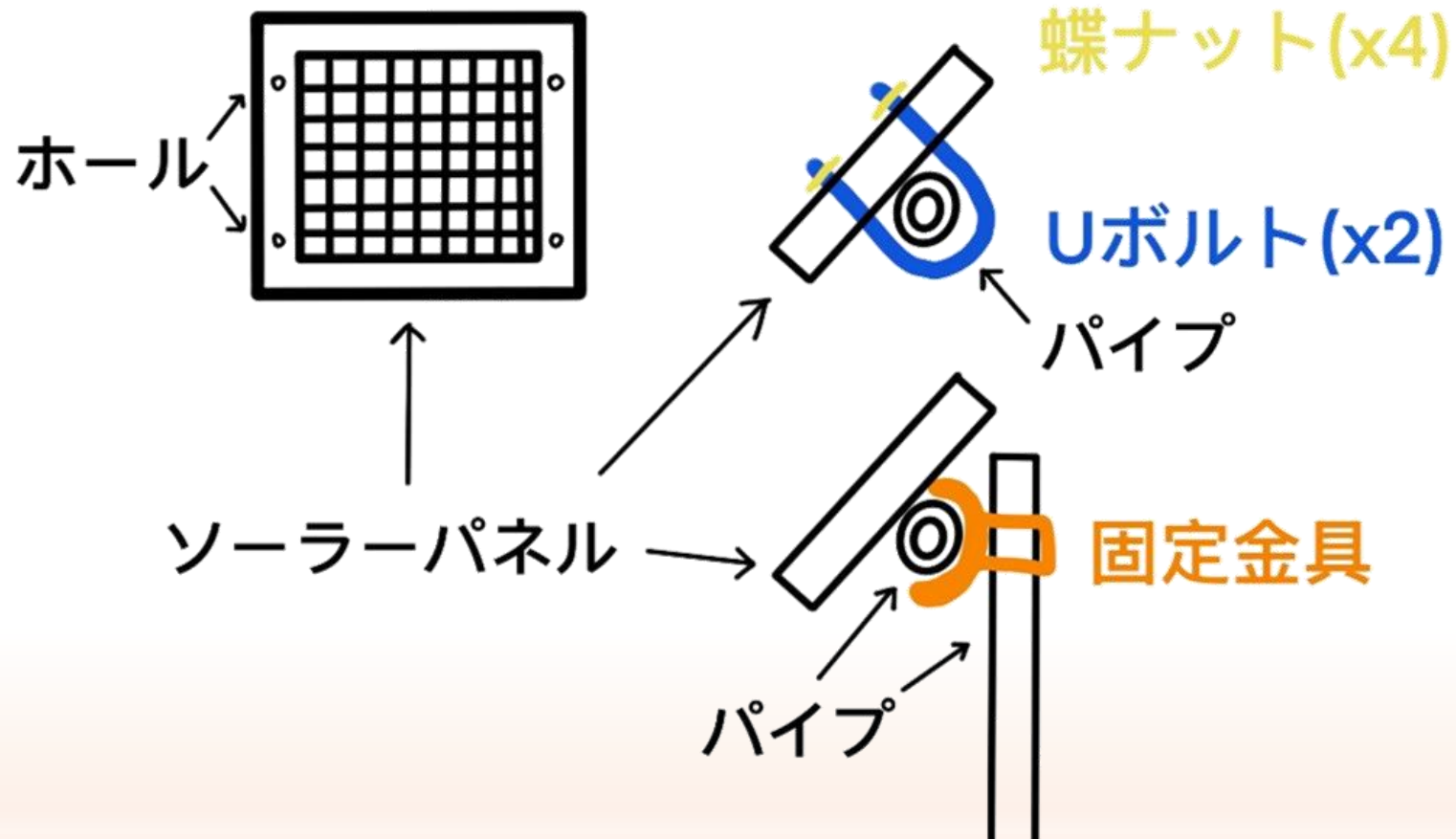
- 盛岡市は約北緯 $141^{\circ}$  であり、比較的北方向にある
  - 季節によって太陽の高さが大きく変わる
  - 発電効率を確保するために調整できるように設計する必要がある
- ソーラーパネルの最適な傾斜角は現場の緯度から計算した
  - 毎年2回の調整が必要になる  
(農家さんの作業負荷を最小限に抑える)
    - 5月1日前後  $65^{\circ}$  (水平面から)
    - 9月1日前後  $45^{\circ}$  (水平面から)
  - 南向きに設置する



拓殖大学  
Takushoku University

# 補足資料

## ソーラーパネルの角度調節方法



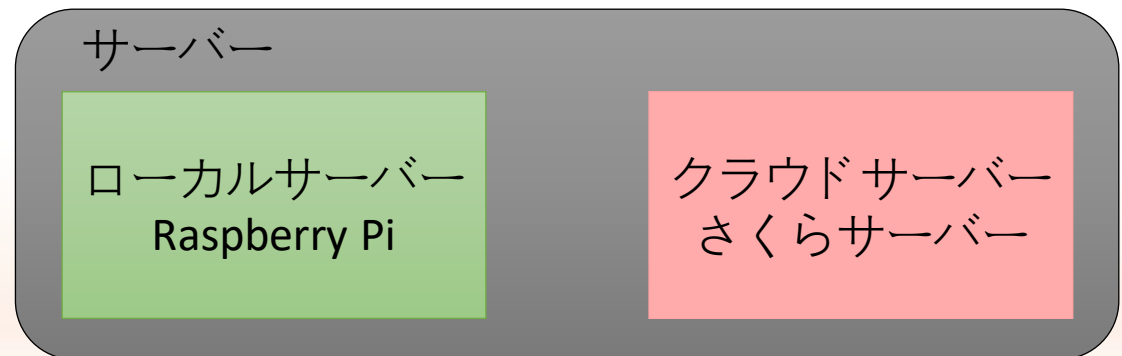


拓殖大学  
Takushoku University

# 補足資料

## システム構成

- このシステムがローカルでデータを収集して処理するローカルサーバーと、ウェブページを通してデータを表示するクラウドサーバーで構成される
- Raspberry Piはローカルサーバーを担当し、さくらサーバーはクラウドサーバーを担当する
- 4Gルーターを介してESP32からセンサーによって収集されたデータを受信して処理し、ローカルデータベースにバックアップする同時にクラウドデータベースにアップロードする





拓殖大学  
Takushoku University

# 補足資料

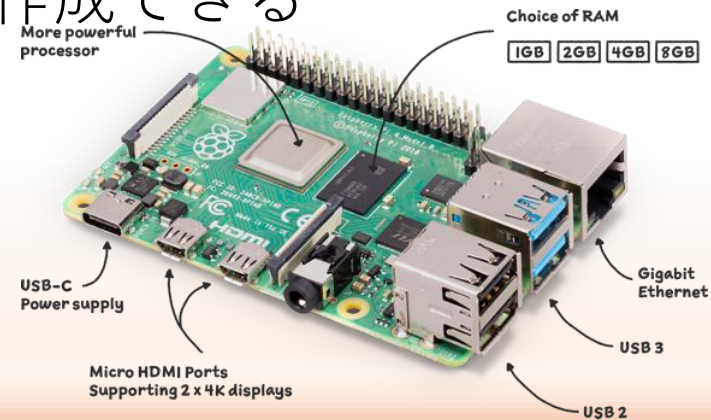
## Raspberry Piに関する紹介

- Raspberry Piとは？

Raspberry Piは、ARMプロセッサを搭載していて、外部モニター、キーボード、マウスなどに接続できるシングルボードコンピュータである

- Raspberry Piを使ってデータを保存する

センサーから受け取ったデータをRaspberry Piに保存する。データを集めて、いつでもセンサーの状況とデータの変化を確認できるウェブサイトを作成できる



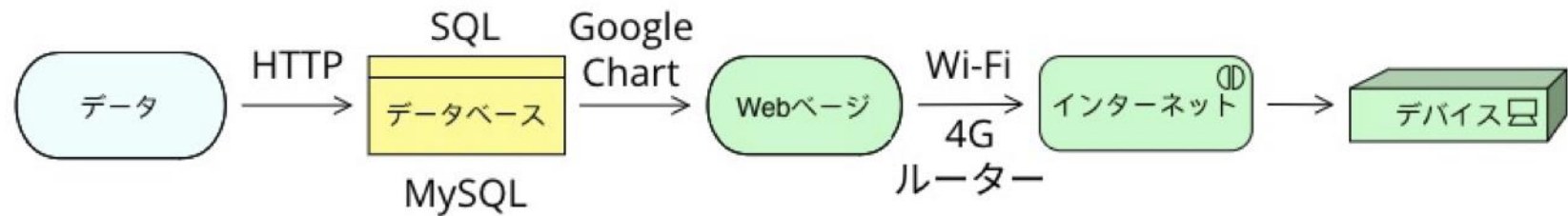


拓殖大学  
Takushoku University

# 補足資料

## データを送信する方法

- ESP32から受信したデータは、Wi-FiでHTTPプロトコルを使用して、Raspberry Piに送信され、MySQLで構築されたデータベースに保存されている
- データを可視化するため、PHPスクリプトを使用してデータベース内のデータを抽出し、Google Chartsを使用してグラフを生成する
- データはWi-Fiでインターネット上にアップロードされ、URLから任意のデバイスでチェックできる





拓殖大学  
Takushoku University

# 補足資料

クラウドサーバー

## さくらインターネット

クラウドサーバーの機能を実現するため、このシステムは研究室がレンタルしているさくらインターネットのクラウドサービスを利用している



SAKURA  
internet



拓殖大学  
Takushoku University

# 補足資料

## Google Charts APIの使用とデータの可視化

### Google Chartsについて

- Google Chartsは、ユーザーが提供する情報からグラフを作成するインタラクティブなウェブサービスである

### データの可視化

- グラフを作成するため、SQLの「query」コマンドを使用してMySQLからデータを抽出する
- データをJSON形式に変換して、Google Chartで使用できるようにする
- ウェブページファイルでGoogle Chart APIを使用してグラフを作成できる